



#4

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: A. Funakoshi et al.

Date: June 20, 2001

Serial No.: 09/681,534

Docket No.: JP920000058US1

Filed: April 24, 2001

Group Art Unit: 2871

FOR: IMAGE DATA COMPRESSION APPARATUS AND METHOD THEREOF

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Sir:

Enclosed herewith is a certified copy of Japanese Application No. 2000-123033 filed April 24, 2000, in support of applicant's claim to priority under 35 U.S.C. 119.

Respectfully submitted,

Derek S. Jennings
Reg. Patent Agent/Engineer
Reg. No.: 41,473
Tel. No.: (914) 945-2144

IBM CORPORATION
Intellectual Property Law Dept.
P. O. Box 218
Yorktown Heights, N. Y. 10598



日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年 4月24日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-123033

出 願 人
Applicant(s):

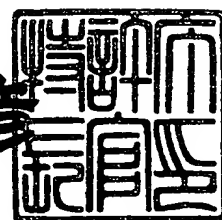
インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2000年 6月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特2000-3043430

【書類名】 特許願

【整理番号】 JP9000058

【提出日】 平成12年 4月24日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02F 1/133

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県大和市下鶴間 1 6 2 3 番地 1 4 日本アイ・ピー・エム株式会社 大和事業所内

【氏名】 船越 明宏

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県大和市下鶴間 1 6 2 3 番地 1 4 日本アイ・ピー・エム株式会社 大和事業所内

【氏名】 清水 俊雄

【特許出願人】

【識別番号】 390009531

【氏名又は名称】 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

【代理人】

【識別番号】 100086243

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 博

【復代理人】

【識別番号】 100104880

【弁理士】

【氏名又は名称】 古部 次郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100091568

【弁理士】

【氏名又は名称】 市位 嘉宏

【選任した復代理人】

【識別番号】 100100077

【弁理士】

【氏名又は名称】 大場 充

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 081504

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9706050

【包括委任状番号】 9704733

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液晶表示装置、モノクローム液晶表示装置、コントローラ、画像変換方法、および画像表示方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 1 画素を複数のサブピクセルにて表現した画像データを入力し、所定のビット数で駆動される液晶ドライバを介して液晶セルに画像を表示する液晶表示装置であって、

前記ビット数によって等間隔に並べられるガンマ特性の階調座標を、非等間隔の階調座標に変換するためのオフセット量に関する情報が格納されたメモリと、

前記メモリに格納された前記オフセット量に関する情報に基づいて、入力された特定のサブピクセルのデータに対して演算を施す階調調整部と、

前記階調調整部によって演算された前記サブピクセルのデータに対し、擬似階調拡張を施す擬似階調拡張部とを備え、

前記擬似階調拡張部により擬似階調拡張が施された前記サブピクセルのデータを前記液晶ドライバに供給して、前記液晶セルに画像を表示することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】 前記メモリは、ガンマ特性の変換を施すべきサブピクセル毎に、希望のガンマ特性として各階調レベルに対して加減算するオフセット値を参照テーブルとして格納することを特徴とする請求項 1 記載の液晶表示装置。

【請求項 3】 前記参照テーブルに格納されるオフセット値は、前記液晶ドライバのビット数より多ビットである高密度な階調で表現される値であることを特徴とする請求項 2 記載の液晶表示装置。

【請求項 4】 前記擬似階調拡張部は、前記液晶ドライバのビット数より多ビットである前記階調調整部によって変換されたサブピクセルデータを、当該多ビット等価の前記液晶ドライバのビット数データに変換することを特徴とする請求項 1 記載の液晶表示装置。

【請求項 5】 入力された複数のサブピクセルにて 1 画素が表現されるモノクロームデータから当該複数のサブピクセル毎に設定された階調を出力するコントローラと、

モノクローム画像を表示する液晶セルと、

前記コントローラから出力された前記複数のサブピクセルの有する階調に基づいて前記液晶セルに対して電圧を供給すると共に、特定の階調に対する液晶透過率を当該複数のサブピクセルの間で変更することなく当該液晶セルに対して電圧を供給する液晶ドライバとを備え、

前記コントローラは、特定のサブピクセルに対し、どの中間階調の輝度レベルも、その整数倍が他のサブピクセルの如何なる中間階調の輝度レベルとも一致しない特性を想定し、当該特性から所望の輝度を実現する階調を選定することを特徴とするモノクローム液晶表示装置。

【請求項 6】 前記コントローラは、前提となるガンマ特性において等間隔に並ぶ階調座標の間を埋める階調を用いて前記複数のサブピクセルにおける前記階調を出力することを特徴とする請求項 5 記載のモノクローム液晶表示装置。

【請求項 7】 前記コントローラは、前記複数のサブピクセルの中で特定のサブピクセルについては前提となるガンマ特性を用いて階調を出力し、他のサブピクセルについて異なったガンマ特性に基づく階調を出力することを特徴とする請求項 5 記載のモノクローム液晶表示装置。

【請求項 8】 1 画素を複数のサブピクセルにて表現した画像データを入力し、液晶セルに電圧を供給する液晶ドライバに対して前記サブピクセル毎の画像データを供給するコントローラであって、

前記液晶ドライバのビット数によって等間隔に並べられるガンマ特性の階調座標を、非等間隔の階調座標に変換するためのオフセット量に関する情報が格納されたメモリと、

前記メモリに格納された前記オフセット量に関する情報に基づいて、特定の前記サブピクセルのデータに対して演算を施す階調調整部と、

前記階調調整部によって調整された前記サブピクセルのデータに対し、擬似階調拡張を施す擬似階調拡張部と、を備えたことを特徴とするコントローラ。

【請求項 9】 入力された画像データに基づいて、液晶ドライバから電圧を供給して液晶セルに画像を表示するための画像変換方法であって、

前記画像データの 1 画素を更に複数のサブピクセルにて表現したサブピクセル

データを入力するステップと、

前記複数のサブピクセル毎に異なったガンマ特性を適用するために、前記サブピクセルデータを前記液晶ドライバにおけるビット数にて表現できる階調よりも高密度の階調から所望の輝度を実現する適切な階調に置き換えるステップと、を含むことを特徴とする画像変換方法。

【請求項 1 0】 前記適切な階調に置き換えられた前記サブピクセルデータを、擬似的に前記液晶ドライバにおけるビット数のデータに変換するステップとを含むことを特徴とする請求項 9 記載の画像変換方法。

【請求項 1 1】 前記適切な階調に置き換えるステップは、前記ビット数にて設定される基準となるガンマ特性の各階調を埋める階調を用いて適切な階調に置き換えることを特徴とする請求項 9 記載の画像変換方法。

【請求項 1 2】 それぞれ N ビットからなる複数のサブピクセル画像データを入力し、

N ビット対応の第 1 のガンマ特性を M ビット ($M > N$) 相当で微調整した第 2 のガンマ特性を想定し、

前記複数のサブピクセル画像データの中から特定のサブピクセル画像データに対し、前記第 2 のガンマ特性に基づく所望の輝度を実現する適切な階調を選んで元の階調と置き換え、

前記置き換えられた階調を前記特定のサブピクセル画像データの出力値とすることを特徴とする画像変換方法。

【請求項 1 3】 1 画素を複数のサブピクセルに分割して多階調のモノクローム画像を表示する画像表示方法であって、

前記サブピクセルの中間階調の輝度レベルに対し、その整数倍が他のサブピクセルにおける如何なる中間階調の輝度レベルとも一致することがないような前記サブピクセルのガンマ特性を想定し、

想定された前記ガンマ特性に基づいて所望の輝度を実現する適切な階調を選定し、

選定された前記適切な階調に基づいてモノクローム画像を表示することを特徴とする画像表示方法。

【請求項 1 4】 想定される前記サブピクセルのガンマ特性は、液晶ドライバのビット数に基づいて設定される基準ガンマ特性の等間隔に並ぶ階調の間に、より高密度の階調の中から所望の輝度を実現する適切な階調を選んで元の階調と置き換えて設定されることを特徴とする請求項 1 3 記載の画像表示方法。

【請求項 1 5】 前記複数のサブピクセルのうち、1つのサブピクセルについては前記基準ガンマ特性に基づいて表示され、他のサブピクセルについては、より高密度の階調の中から所望の輝度を実現する適切な階調を選んで元の階調と置き換えたガンマ特性に基づいて表示されることを特徴とする請求項 1 4 記載の画像表示方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、液晶ディスプレイ(LCD)の表示方式に関し、より詳しくは、LCDにおける階調数を拡張する方法及び装置に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

液晶ディスプレイ(LCD)と言うと、昨今ではすぐにカラー表示が想像される。実際に、LCDモニタなどに使われるLCDモジュールでは、赤(R)、緑(G)、青(B)をそれぞれ8ビットデータで表現する、いわゆる8ビットカラーのソースドライバを用いたものが普及している。これによれば、1色につき、 $2^8 = 256$ 段階の階調表現ができ、R、G、B全体では、 $(2^8)^3 = 16M$ (約1600万)通りもの色を表現することが可能である。

【0 0 0 3】

一方、ディスプレイの用途には、必ずしもカラー表示が必要とされるものばかりではない。モノクローム(Monochrome)でも構わない場合や、モノクロームの方が良い場合もあり、より高精細で、かつより多くの階調を表現させたいという要求もある。いわゆるレントゲン等に用いられる医療用映像向けの表示装置がその代表的な例である。これらの特殊用途向けには、従来から、高精細でかつ多階調のモノクローム表示が可能なCRTモニタが用いられている。一般に、これらの

モノクロームのCRTモニタを用いた場合には、ホストシステムのグラフィックスアダプタから12ビット/データ、即ち、 2^{12} の階調表現ができるデータが送り出されるものも存在しており、LCDディスプレイ側としても、それだけの階調表現ができる必要がある。

【0004】

LCDモジュール/モニタのメーカーにとって、このモノクロームモニタの市場は非常に魅力的である。特に昨今では、LCDモニタにて、QXGA(Quad Extended Graphics Array)(2048×1536ドット)やQUXGA(Quad Ultra Extended Graphics Array)(3200×2400ドット)などの、いわゆる超高精細化が可能となり、画素ピッチにおいてCRTの限界を超えたものも存在している。例えば、20.8インチのQXGAからなるLCDモニタを例にとると、その画素ピッチは、

$$\text{横列：} (4/5) \cdot 20.8 \cdot 25.4 / 2048 = 0.20637$$

$$\text{縦列：} (3/5) \cdot 20.8 \cdot 25.4 / 1536 = 0.20637$$

で、縦横ともに約 $206 \mu\text{m}$ となる。これは、文字表示としては人間の目には細かすぎる(文字表示としては画素ピッチで約 $300 \mu\text{m}$ 前後が良いとされている)が、グラフィックス表示としてはちょうど良い値である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

このように、高精細化の点ではLCDモニタでも全く問題はない。しかしながら、表現できる階調数には大きな問題がある。例えば、モノクロームのTFTにおいて表現可能な階調レベル数は、LCDモニタのXドライバ(D/Aコンバータ)における変換ビット数に依存しており、8ビットのD/Aコンバータであれば256階調しか表現できず、自然画における滑らかな階調変化は必ずしも実現することができない。特に、前述した医療用映像等(レントゲン等)の正確なグレースケール(True Gray Scale)が要求されるアプリケーションには、不十分である。

【0006】

ここで、一般に用いられるカラーTFT(Thin Film Transistor)LCDパネルなどから、単にカラーフィルタを取り除く(例えばカラーフィルタ生成プロセスを省略する)ことによってモノクローム化するといった場合を考える。この場合

には、元々のR、G、Bに対応する3ピクセル分をモノクロームの1ピクセルとみなし、各サブピクセルの階調の組み合わせによって1画素の表現できる階調数を増やすことができる。8ビットカラーからモノクローム化した場合、これら3サブピクセルの階調値が、 (m, m, m) から $(m+1, m+1, m+1)$ まで(但し、 $0 \leq m \leq 2^8 - 1$)増加する間に、 $(m, m, m+1)$ から $(m, m+1, m+1)$ の2通りの輝度レベルを採り得る。このとき、 $(m, m, m+1)$ 、 $(m, m+1, m)$ 、 $(m+1, m, m)$ は同じ輝度レベルとみなされ、区別することができない。 $(m, m+1, m+1)$ 、 $(m+1, m, m+1)$ 、 $(m+1, m+1, m)$ も同様である。よって、表現できる階調数は $3 \cdot (2^8) - 2 = 766$ となる。

【0007】

上述の内容を更に詳述する。LCDのXドライバが設定する各サブピクセルのガンマ特性(γ 特性：印加電圧(階調レベル)vs.液晶透過率(輝度))は、D/AコンバータであるXドライバに対するリファレンス電圧(Reference Voltage)を変えことによって変更できるが、このXドライバによるガンマ特性はドライバの制限によって各サブピクセル毎に変更することができない。そのために、各サブピクセルのガンマ特性は同一となる。このとき、それぞれR、G、Bと呼ばれていた部分の輝度がそれぞれNであるとする、R、G、Bそれぞれの階調は、0、 $N/255$ 、 $2N/255$ 、 \dots 、 $255N/255$ と表現でき、RとGとBの組み合わせで、0、 $N/255$ 、 $2N/255$ 、 \dots 、 $765N/255$ の階調で表現できる。このようにカラーLCDパネルに対してカラーフィルタを取り除き、1画素を3つのサブピクセルで表現してモノクローム化する場合であっても、8ビット/カラーのディスプレイデバイスを使った全階調数は高々766であり、 2^{10} にも及ばず、実現できる階調数を飛躍的に増加させることができないのである。

【0008】

本発明は、以上のような技術的課題を解決するためになされたものであって、その目的とするところは、LCD表面にフィルタ等の光学的処理を施すことなく、また、現行のLCDにおけるXドライバのビット数(例えば8ビット)を増やすことなく、LCDディスプレイにおいて表示できる階調数を増大させることにあ

る。

また他の目的は、階調数を増大させる場合であっても、Xドライバのガンマ特性に特別な変更を加える必要がなく、現行のXドライバを各サブピクセルにて共通して使用することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

かかる目的のもと、本発明は、1画素(ピクセル)を複数のサブピクセルから構成し、LCDドライバ(Xドライバ)によるガンマ特性はこの各サブピクセルにて共通である現行のLCDドライバを用いた状態にて、各サブピクセルに対して異なったガンマ特性を与えて超多階調のグレイスケールの画像を表示するものである。即ち、本発明は、1画素を複数のサブピクセルにて表現した画像データを入力し、所定のビット数で駆動される液晶ドライバを介して液晶セルに画像を表示する液晶表示装置であって、このビット数によって等間隔に並べられるガンマ特性の階調座標を、非等間隔の階調座標に変換するためのオフセット量に関する情報が格納されたメモリと、このメモリに格納されたオフセット量に関する情報に基づいて、入力された特定のサブピクセルのデータに対して演算を施す階調調整部と、この階調調整部によって演算されたサブピクセルのデータに対し、擬似階調拡張を施す擬似階調拡張部とを備え、この擬似階調拡張部により擬似階調拡張が施されたサブピクセルのデータを液晶ドライバに供給して、液晶セルに画像を表示することを特徴としている。

【0010】

ここで、このメモリは、ガンマ特性の変換を施すべきサブピクセル毎に、希望のガンマ特性として各階調レベルに対して加減算するオフセット値を参照テーブルとして格納することを特徴とすることができ、また、この参照テーブルに格納されるオフセット値は、液晶ドライバのビット数より多ビットである高密度な階調で表現される値であることを特徴とすることができる。更に、この擬似階調拡張部は、液晶ドライバのビット数より多ビットである階調調整部によって変換されたサブピクセルデータを、多ビット等価の液晶ドライバのビット数データに変換することを特徴とすることができる。これらの構成によれば、現行のTFTに

対する大幅な変更を施すことなく、超多階調の画像を表示することが可能となる。

【 0 0 1 1 】

他の観点から捉えると、本発明のモノクローム液晶表示装置は、入力された複数のサブピクセルにて1画素が表現されるモノクロームデータから複数のサブピクセル毎に設定された階調を出力するコントローラと、モノクローム画像を表示する液晶セルと、このコントローラから出力された複数のサブピクセルの有する階調に基づいて液晶セルに対して電圧を供給すると共に、特定の階調に対する液晶透過率を複数のサブピクセルの間で変更することなく液晶セルに対して電圧を供給する液晶ドライバとを備え、このコントローラは、特定のサブピクセルに対し、どの中間階調の輝度レベルも、その整数倍が他のサブピクセルの如何なる中間階調の輝度レベルとも一致しない特性を想定し、この特性から所望の輝度を実現する階調を選定することを特徴としている。

【 0 0 1 2 】

ここで、このコントローラは、前提となるガンマ特性において等間隔に並ぶ階調座標の間を埋める階調を用いて複数のサブピクセルにおける階調を出力することを特徴とすることができ、また、複数のサブピクセルの中で特定のサブピクセルについては前提となるガンマ特性を用いて階調を出力し、他のサブピクセルについて異なったガンマ特性に基づく階調を出力することを特徴とすることができる。これらの構成によれば、LCDドライバに特別な変更を加えることなく、超多階調のグレイスケールからなるモノクローム画像を表示することが可能となる。

【 0 0 1 3 】

尚、これらの液晶表示装置、モノクローム液晶表示装置としては、例えば、液晶表示モニタとしてパーソナルコンピュータ(PC)等と独立した筐体となる場合の他、ノート型PCのようにPCと同一の筐体にて構成される態様も考えられる。また、サブピクセルの数や並びについては任意であり、また、どのサブピクセルに対して異なったガンマ特性を与えるかも任意である。更に、1画素を複数のサブピクセルにて表現した画像データの生成は、液晶表示装置内で行なわれる場

合の他、P C / W S (ワークステーション)等のシステム装置にて生成される態様がある。これらの考え方は、他の発明でも同様に適用できる。

【 0 0 1 4 】

一方、本発明は、1画素を複数のサブピクセルにて表現した画像データを入力し、液晶セルに電圧を供給する液晶ドライバに対してサブピクセル毎の画像データを供給するコントローラであって、液晶ドライバのビット数によって等間隔に並べられるガンマ特性の階調座標を、非等間隔の階調座標に変換するためのオフセット量に関する情報が格納されたメモリと、このメモリに格納されたオフセット量に関する情報に基づいて、特定のサブピクセルのデータに対して演算を施す階調調整部と、この階調調整部によって調整されたサブピクセルのデータに対し、擬似階調拡張を施す擬似階調拡張部とを備えたことを特徴としている。このコントローラとしては、インターフェイスボードとして供給される場合の他、L S Iとして各機能が含まれる場合がある。また、液晶モジュールの中に組み込まれる態様も考えられる。

【 0 0 1 5 】

本発明をカテゴリーを変えて把握すると、本発明は、入力された画像データに基づいて、液晶ドライバから電圧を供給して液晶セルに画像を表示するための画像変換方法であって、画像データの1画素を更に複数のサブピクセルにて表現したサブピクセルデータを入力するステップと、この複数のサブピクセル毎に異なったガンマ特性を適用するために、このサブピクセルデータを液晶ドライバにおけるビット数にて表現できる階調よりも高密度の階調から所望の輝度を実現する適切な階調に置き換えるステップとを含むことを特徴としている。更に、この適切な階調に置き換えられたサブピクセルデータを、擬似的に液晶ドライバにおけるビット数のデータに変換するステップとを含むことを特徴とすることができる。また、この適切な階調に置き換えるステップは、液晶ドライバにおけるビット数にて設定される基準となるガンマ特性の各階調を埋める階調を用いて適切な階調に置き換えることを特徴とすることができる。これらの構成によれば、液晶ドライバのビット数を拡張することなく、多ビット等価のサブピクセル画像を表示することができ、画像を超多階調で表現することが可能となる。

【 0 0 1 6 】

他の観点から捉えると、本発明が適用された画像変換方法は、それぞれNビットからなる複数のサブピクセル画像データを入力し、Nビット対応の第1のガンマ特性をMビット($M > N$)相当で微調整した第2のガンマ特性を想定し、複数のサブピクセル画像データの中から特定のサブピクセル画像データに対し、この第2のガンマ特性に基づく所望の輝度を実現する適切な階調を選んで元の階調と置き換え、この置き換えられた階調を特定のサブピクセル画像データの出力値とすることを特徴とすることができる。尚、第3のガンマ特性を想定することを妨げるものではない。

【 0 0 1 7 】

また、本発明は、1画素を複数のサブピクセルに分割して多階調のモノクローム画像を表示する画像表示方法であって、サブピクセルの中間階調の輝度レベルに対し、その整数倍が他のサブピクセルにおける如何なる中間階調の輝度レベルとも一致することがないようなサブピクセルのガンマ特性を想定し、想定されたガンマ特性に基づいて所望の輝度を実現する適切な階調を選定し、選定された適切な階調に基づいてモノクローム画像を表示することを特徴としている。

ここで、想定されるサブピクセルのガンマ特性は、液晶ドライバのビット数に基づいて設定される基準ガンマ特性の等間隔に並ぶ階調の間に、より高密度の階調の中から所望の輝度を実現する適切な階調を選んで元の階調と置き換えて設定されることを特徴とすることができる。更に、この複数のサブピクセルのうち、1つのサブピクセルについては基準ガンマ特性に基づいて表示され、他のサブピクセルについては、より高密度の階調の中から所望の輝度を実現する適切な階調を選んで元の階調と置き換えたガンマ特性に基づいて表示されることを特徴とすることができる。

【 0 0 1 8 】

【発明の実施の形態】

◎ 実施の形態1

以下、添付図面に示す実施の形態に基づいてこの発明を詳細に説明する。

図1は、本実施の形態における液晶表示装置の全体構成を説明するための説明

図である。符号 10 は液晶表示パネルとしての液晶表示モニタ (LCD モニタ) であり、例えば薄膜トランジスタ (TFT) 構造を有する液晶モジュール 30 と、PC または WS システムからのデジタルインターフェイスまたはアナログインターフェイスと接続され液晶モジュール 30 にビデオ信号を供給するインターフェイス (I/F) ボード 20 とを備えている。ノートブック PC の場合にはこの液晶表示モニタ 10 にシステム部 (図示せず) が付加されて一つの筐体を形成している。

【0019】

この I/F ボード 20 は、入力ビデオ信号に対して各種調整を実行するための論理回路を搭載した ASIC 21、この ASIC 21 の動きに必要な各種情報が格納されたメモリ 22、I/F ボード 20 をコントロールするマイクロプロセッサ 23 を有している。尚、これらの機能を、液晶モジュール 30 内の液晶セルコントロール回路 (後述) に設けるように構成することも可能である。

【0020】

液晶モジュール 30 は、大きく分けて、液晶セルコントロール回路 31、液晶セル 32、バックライト 33 の 3 つのブロックから構成されている。この液晶セルコントロール回路 31 は、パネルドライバとして、LCD コントローラ LSI 34、X ドライバ (ソースドライバ) 35、Y ドライバ (ゲートドライバ) 36 の各コンポーネントから構成されている。この X ドライバ 35 および Y ドライバ 36 は複数の IC によって構成されており、LCD コントローラ LSI 34 は、I/F ボード 20 からビデオインターフェイスを介して受け取った信号を処理し、X ドライバ 35 および Y ドライバ 36 の各 IC に供給すべき信号を必要なタイミングにて出力している。また、液晶セル 32 は、X ドライバ 35 および Y ドライバ 36 から電圧を受け、マトリックス上に並んだ TFT 配列により画像を出力している。また、バックライト 33 は、インバータ電源により点灯される蛍光管 (図示せず) を備えており、液晶セル 32 の背面または側面に配置されて背面から光を照射するように構成されている。尚、バックライト 33 はいわゆる透過型液晶モジュールにて用いられ、反射型液晶モジュールの場合は外光を反射させて光源として使用するので、通常、バックライトは備えられていない。

【0021】

ここで、TFTからなる液晶セル32は、通常は、カラー用としてRGBのカラーフィルタが設けられている。このカラーフィルタは、ストライプ配列やモザイク配列、デルタ(トライアングル)配列等にてRGBが配列(配置)され、各RGBに対応したTFT画素をサブピクセルとして、3つのサブピクセルにて空間変調することにより1つのピクセル(画素)を表現している。しかしながら、本実施の形態では、液晶セル32からこれらのカラーフィルタを取り除き、モノクロームのTFT-LCDモニタを構成している。

【0022】

図2は、本実施の形態の特徴点を説明するための機能ブロック図である。ASIC21は、階調調整部41とディザ(Dither)/FRC(フレームレートコントロール)等のグレイスケール拡張(Gray Scale expansion)を行う擬似階調拡張部42とを備えている。また、メモリ22は、基準となる第2サブピクセルに対して、第1サブピクセルのオフセット量を格納する第1オフセットテーブル43と、第3サブピクセルのオフセット量を格納する第3オフセットテーブル44とを格納している。

【0023】

階調調整部41は、PCまたはWSのシステムから、第1サブピクセル、第2サブピクセル、第3サブピクセルのそれぞれに対応して、8ビットからなるグレイレベルであるサブピクセルデータを受け取る。そして、サブピクセルデータを受け取った階調調整部41は、メモリ22が有する第1オフセットテーブル43および第3オフセットテーブル44を参照しながら、第1サブピクセルおよび第3サブピクセルに対して10ビット精度のオフセットをかけている。即ち、メモリ22には、希望のガンマ(Gamma: γ)特性として、各階調レベルに対して加減算するオフセット値を各サブピクセル毎に参照テーブルとして格納してある。この第1オフセットテーブル43および第3オフセットテーブル44は、後述するように、第1サブピクセルおよび第3サブピクセルのガンマ曲線(Gamma Curve)が、第2サブピクセルのガンマ曲線と異なる所望の指数曲線(Exponential Curve)にフィットするように、その値が最適化されている。

【0024】

擬似階調拡張部 4 2 では、オフセット後の 1 0 ビットサブピクセルデータに対してディザや F R C をかけることによって多ビット等価の拡張 8 ビットデータに変換し、より低ビット(8 ビット)のパネルドライバ(液晶セルコントロール回路 3 1)に転送することを可能としている。即ち、液晶モジュール 3 0 へは、図 2 に示すように各サブピクセル毎に調整されたガンマ特性に基づく調整データが、拡張 8 ビットサブピクセルデータとして出力される。

【 0 0 2 5 】

次に、上述の構成にて行なわれる階調数を増大させる方式について、具体的に説明する。

図 3 は、本実施の形態におけるサブピクセルの構成例を示した図である。本実施の形態では、T F T L C D である液晶セル 3 2 の 1 画素(1 ピクセル)を複数のサブピクセル(Sub-pixel)で表現できるように構成されている。例えば、図に示すように 3 つのサブピクセルの場合は、それぞれ独立に L C D の X ドライバ 3 5 で駆動される。各サブピクセルに対する X ドライバ 3 5 のガンマ特性の設定は、共通で構わない。1 画素を構成するサブピクセルの数、およびどのようなサブピクセルの並びで 1 画素を構成するかは任意である。例えば、図に示すように、4 つのサブピクセルにて 1 つの画素を構成することも可能である。この場合は、X ドライバ 3 5 および Y ドライバ 3 6 によって 4 サブピクセルが駆動され、所謂デュアルスキャンがなされる。

【 0 0 2 6 】

図 4 は、それぞれのサブピクセルにおけるガンマ特性を示した図である。ここでは、1 画素を構成するサブピクセル($p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$)に関し、以下、簡単のために $n = 3$ とし、各サブピクセルは 8 ビット対応の X ドライバ 3 5 で駆動されるものとする。本実施の形態では、図 4 に示すようにサブピクセルを配列し、同図のようにガンマ特性を設定する。ここでは、第 1 サブピクセルに対してガンマ曲線 1 が、第 2 サブピクセルに対してガンマ曲線 2 が、第 3 ピクセルに対してガンマ曲線 3 が、それぞれ対応している。各サブピクセルの取る 2 5 6 通りの階調の輝度レベルは、互いに異なったガンマ特性(ガンマ曲線)によるため、どのサブピクセルのどの階調(1 - 2 5 5)の輝度レベルも、その整数倍がいかなるサブ

ピクセルのいかなる階調(1-255)の輝度レベルとも一致することがないようにできる。言い換えれば、ガンマ曲線が指数カーブ(Exponential Curve)によくフィットしていれば良い。

【0027】

図4に示す式①および式②は、この関係を説明するための式である。式①では、ガンマ特性1の特定階調(N)をn倍したものが特定のガンマ特性(ガンマ特性k)のx階調と等しいとしている。式②は、式①を解いたものである。この式②にて明らかなように、式②の右辺は無理数の関数であることから、階調xは決して整数とはならない。即ち、本来の(正確な)ガンマ特性に近づけるようにして各ガンマ特性を決定すれば、特定のサブピクセルにおけるどの中間階調の輝度レベルも、その整数倍がいかなるサブピクセルのいかなる中間階調の輝度レベルとも一致することがないように設定できるのである。

【0028】

この関係を更に考察する。ここで、1画素の輝度レベルを夫々構成するサブピクセルの階調を、数字の順列(N1, N2, N3)で表わすことにすると、図4から容易に理解できるように、

$$(1, 0, 0) \neq (0, 1, 0) \neq (0, 0, 1) \neq (1, 0, 0) \dots\dots ③$$

$$(2, 0, 0) \neq (0, 1, 1) \dots\dots ④$$

等々となる。特に、式③の示す意味である、「階調が同じでもサブピクセルによってその輝度が異なるため、サブピクセルの階調を示す数字の座標が違えば、1画素の輝度は異なる。」ことは、サブピクセル毎に異なるガンマ特性を与えたことによるものであって、特に重要である。

以上により、上記条件における1画素の表示可能な階調数は、Xドライバ35のビット数を上げることなく、現行8ビットのXドライバ35を想定し、1画素をn個のサブピクセルで構成したとすると、

$$(2^8)^n \dots\dots ⑤$$

の階調レベルを実現できる。n=3とすれば、約16Mの階調を表現することが可能となる。

【0029】

図 5 (a)、(b)は、本実施の形態における階調間隔の変換によるガンマ特性の調整方法を説明するための説明図である。階調と対応する輝度の関係は、図 5 (a)のようになるが、横軸は等間隔で並ぶ階調を示している。この各階調に対応する輝度を変えることがガンマ曲線を調整することになるが、前述のように、ドライバの制限から X ドライバ 3 5 側で各サブピクセル毎にリファレンス電圧設定を変えることができない。X ドライバ 3 5 側で各々のガンマ特性を変えようとすると、ドライバに対して特別な変更を施す必要があり現実的ではない。

【 0 0 3 0 】

そこで、本実施の形態では、図 5 (b)に示すように、各サブピクセルのガンマ曲線において、等間隔で並ぶ階調座標を、その階調に対応する輝度と異なった所望の輝度に対応する非等間隔の階調座標に変換するように構成した。即ち、2 5 6 個 (8 ビットの場合) の等間隔に並ぶ階調座標の間に存在する、より高密度の階調 (例えば 1 0 ビット、1 0 2 4 階調) の中から、所望の輝度を実現する適切な階調を選んで、元の階調と置き換えている。

【 0 0 3 1 】

オリジナルのガンマ特性は、前述したように液晶モジュール 3 0 の X ドライバ 3 5 により決定される。本実施の形態では、3 つのサブピクセルの中心である第 2 サブピクセルに対してこの X ドライバ 3 5 により決定されるガンマ特性を適用し、第 1 サブピクセルおよび第 3 サブピクセルに対して、このオリジナルのガンマ曲線に更に調整をかけることによって、任意のガンマ特性を設定できるようにした。即ち、階調間隔を元の間隔の $1/4$ にし、元の階調レベルを $1/4$ 階調きざみで変更できるように構成している。このことにより、階調レベル n に対応していた輝度 $L(n)$ を、 $L(n-0.75)$, $L(n-0.5)$, $L(n-0.25)$, $L(n+0.25)$, $L(n+0.5)$, $L(n+0.75)$ に変更できるようになり、2 5 6 個各々の階調 (8 ビットサブピクセルデータの場合) と、対応する各サブピクセルの輝度との関係を表わすガンマ曲線が見かけ上調整されることになる。例えば、 $L(n+0.25)$ を選択すると、階調レベル n に対応する輝度が $L(n)$ から $L(n+0.25)$ に変えることが可能である。

【 0 0 3 2 】

図 6 は、図 2 で説明したメモリ 2 2 に格納されている第 1 オフセットテーブル 4 3 と第 3 オフセットテーブル 4 4 の内容を示した図である。希望のガンマ特性として、各階調レベルに対して加減算するオフセット値を、各サブピクセル毎に参照テーブルとして保持しておく。本実施の形態において、実際の階調レベルの調整は、上述の 8 ビットサブピクセルデータの場合、入力された 8 ビットサブピクセルデータ(各サブピクセルの階調レベル)に 1 0 ビット精度のオフセットをかけることで実現される。即ち、0.25 から 0.75 まで、0.25 きざみの加減算を行っており、図 6 に示す各オフセットテーブルを参照して、図 2 に示す階調調整部 4 1 によってこの加減算が実行される。図 6 の例で示す $-2.\times\times$ 、 $-4.\times\times$ 等は、入力データが 8 ビットの場合、8 ビットより大きな(例えば 1 0 ビット)精度で与えられたオフセット量であり、図 6 では 2 5 6 階調の中から最低階調を含めて 9 点を抽出している。但し、何点を抽出するかは任意に決定できる事項である。

【 0 0 3 3 】

この計算結果は、1 0 ビットのサブピクセルデータであり、8 ビットの液晶モジュール 3 0 の X ドライバ 3 5 に転送する際、前述したように、擬似階調拡張部 4 2 にてディザ/FRC 等の擬似階調拡張によって 1 0 ビット等価の 8 ビットデータに変換される。

尚、上述では 1/4 階調きざみを例にとって説明したが、1/8 階調きざみとしても良い。この場合には、1 0 ビットのところが 1 1 ビットとなり、きざみも 0.25 から 0.125 となる。

【 0 0 3 4 】

このように本実施の形態では、液晶モジュール 3 0 の X ドライバ 3 5 による設定とは独立して、各サブピクセルに対して異なったガンマ特性を与えている。即ち、X ドライバ 3 5 によるガンマ特性は各サブピクセルで共通したものとして使用でき、更に、この複数のサブピクセルでは、各階調の間を埋める階調を用いてガンマ特性をばらかせるように構成されている。その結果、X ドライバ 3 5 のガンマ特性は共通のものを用いても、どのサブピクセルのどの中間階調の輝度レベルも、その整数倍がいかなるサブピクセルのいかなる中間階調の輝度レベルとも

一致することがないように構成することが可能である。このように制御される複数のサブピクセルを用いて1画素を構成すれば、階調レベルを飛躍的に増大させることが可能となる。また、本方式は、I/Fボード20等のコントロールLSIの中に実装することで達成でき、液晶セル32の表面にフィルタ等の光学的処理を施すことなく、また、Xドライバ35等のLCDドライバに特別な変更を加えることがない。そのために、コストへのインパクトを少なくして多階調を実現したLCDを提供することが可能となる。

【0035】

◎ 実施の形態2

実施の形態1では、モノクロームのTFT-LCDモニタを例にとって、その階調数を増大させる場合について説明した。

本実施の形態では、カラーLCDパネルにおいて本方式を応用し、色数を飛躍的に増大させる例について説明する。

尚、実施の形態1と同様の構成については同様の符号を用いて説明し、ここでは、その詳細な説明を省略する。

【0036】

図7は、実施の形態2における特徴点を説明するための機能ブロック図である。本実施の形態では、1画素を構成するR,G,Bの各サブピクセルを、更に各々2つのサブピクセルに分けて考え、分けられた2つのサブピクセルに対して、各々異なったガンマ曲線を当てはめるものである。実施の形態1では、メモリ22に第1オフセットテーブル43と第3オフセットテーブル44とを設けたが、本実施の形態では、このメモリ22に、Rオフセットテーブル51、Gオフセットテーブル52、Bオフセットテーブル53を設け、階調調整部41に設けられたR階調調整部55、G階調調整部56、B階調調整部57によってオフセットを施すように構成されている。このRオフセットテーブル51、Gオフセットテーブル52、Bオフセットテーブル53は、RGBの各ガンマ特性に対して10ビット精度のオフセット値が格納されている。R階調調整部55、G階調調整部56、B階調調整部57は、各オフセットテーブル(51～53)のオフセット値を参照して10ビットのサブピクセルデータ(サブピクセルの階調レベル)を計算す

る。この計算値を液晶モジュール 3 0 に転送する際に、擬似階調拡張部 4 2 によって 1 0 ビット等価の 8 ビットデータに変換され、液晶モジュール 3 0 へ転送される。尚、本実施の形態で用いられる液晶セル 3 2 には、R G B のカラーフィルタ (図示せず) が設けられている。

【 0 0 3 7 】

上述のような構成により、この実施の形態 2 では、R, G, B の各サブピクセルから更に分割された各 2 つのサブピクセルにおいて、ガンマ特性を異ならせることが可能である。即ち、実施の形態 1 と同様に、X ドライバ 3 5 のガンマ特性は共通のものを用いても、各色における 2 つのサブピクセルにおけるどの中間階調の輝度レベルも、その整数倍が 2 つのサブピクセルにおけるいかなる中間階調の輝度レベルとも一致することがない。その結果、各色において、階調を増大させることが可能であり、色数を大きく増やすことが可能となる。

【 0 0 3 8 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、ドライバのビット数を増やすことなく、多階調の画像を表示することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本実施の形態における液晶表示装置の全体構成を説明するための説明図である。

【図 2】 本実施の形態の特徴点を説明するための機能ブロック図である。

【図 3】 本実施の形態におけるサブピクセルの構成例を示した図である。

【図 4】 それぞれのサブピクセルにおけるガンマ特性を示した図である。

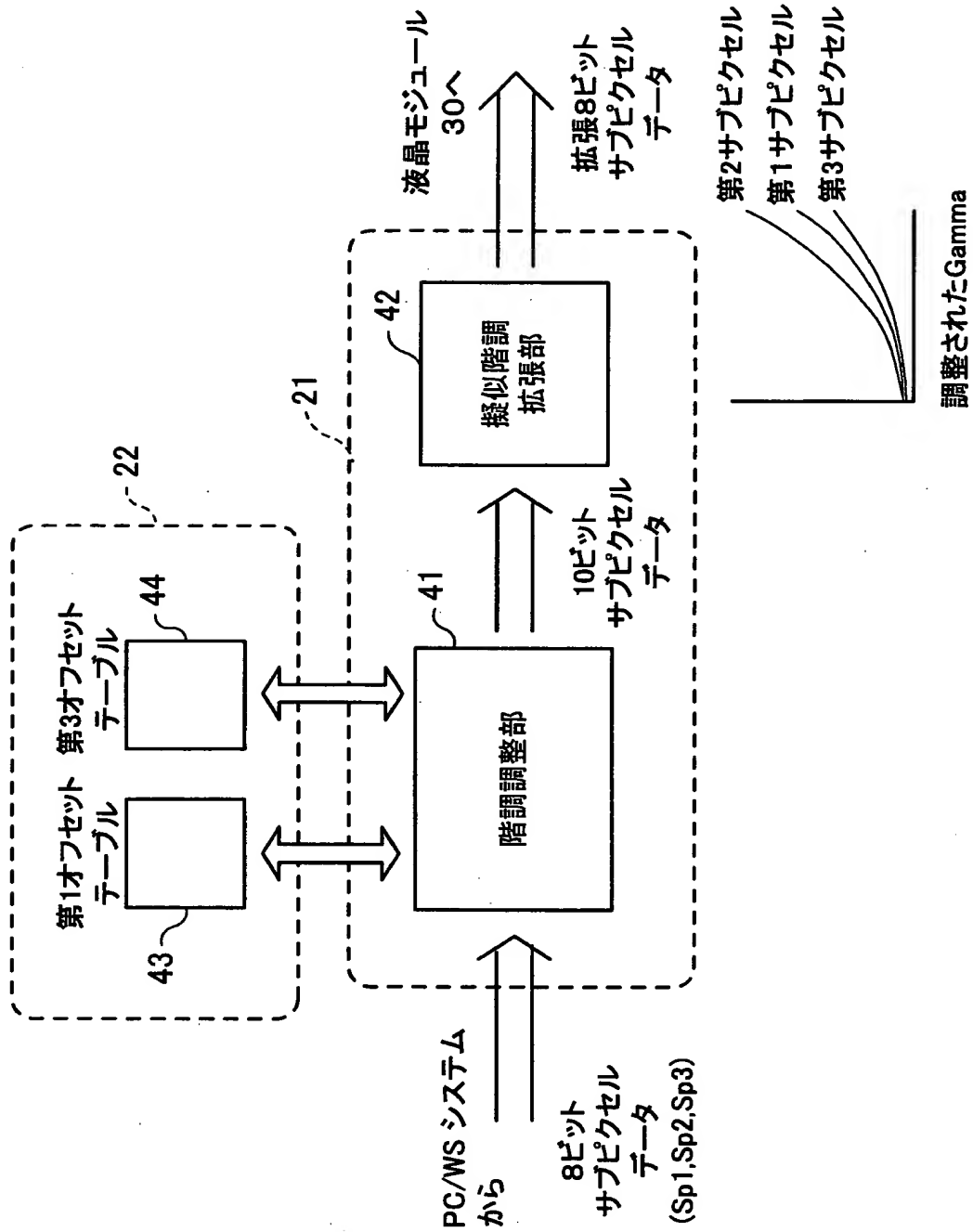
【図 5】 (a)、(b) は、本実施の形態における階調間隔の変換によるガンマ特性の調整方法を説明するための説明図である。

【図 6】 図 2 で説明したメモリ 2 2 に格納されている第 1 オフセットテーブル 4 3 と第 3 オフセットテーブル 4 4 の内容を示した図である。

【図 7】 実施の形態 2 における特徴点を説明するための機能ブロック図である。

【符号の説明】

【図 2】

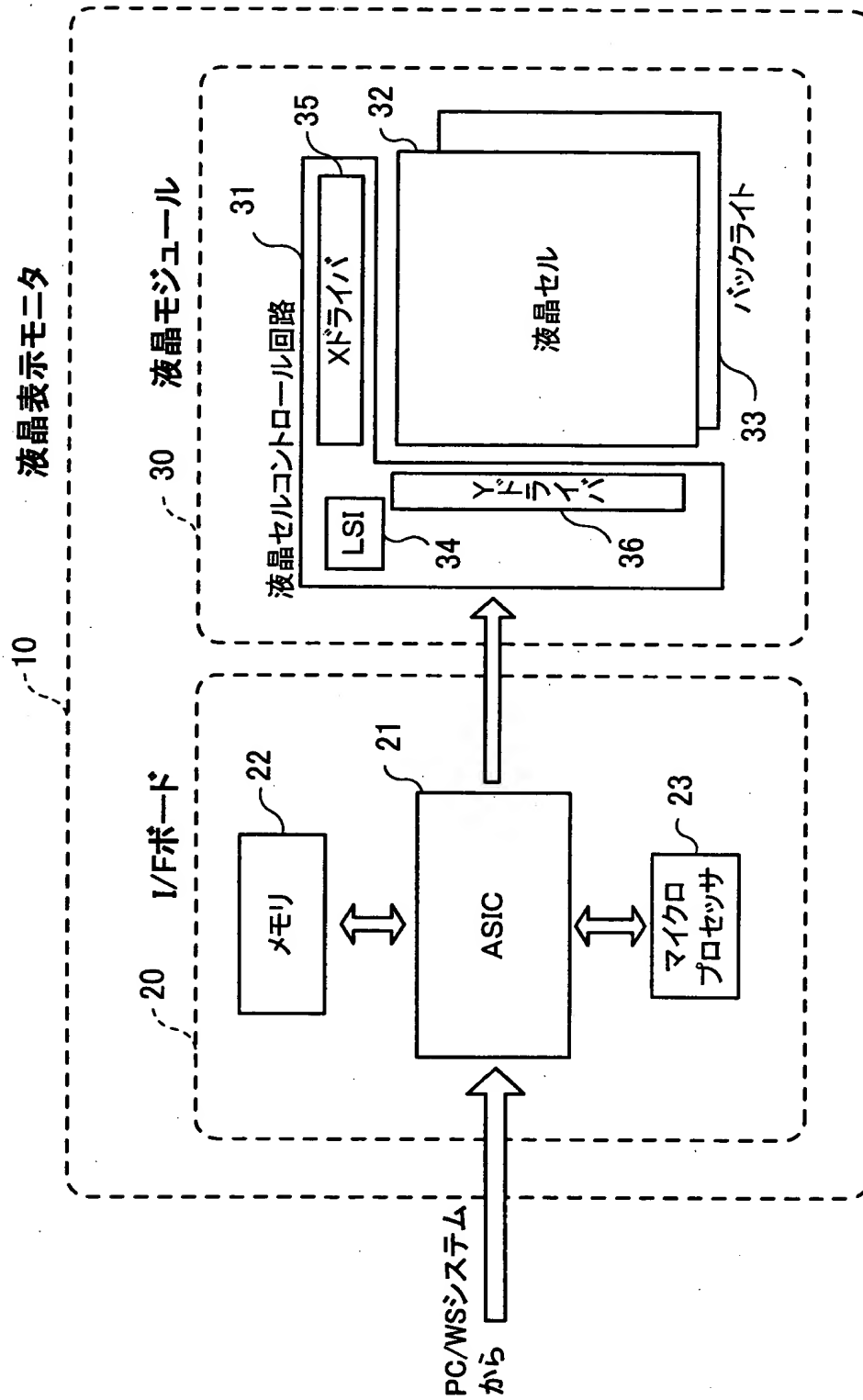


1 0 …液晶表示モニタ(LCDモニタ)、2 0 …インターフェイス(I/F)ボード、
2 1 …A S I C、2 2 …メモリ、2 3 …マイクロプロセッサ、3 0 …液晶モジュール、
3 1 …液晶セルコントロール回路、3 2 …液晶セル、3 3 …バックライト、
3 4 …LCDコントローラL S I、3 5 …Xドライバ(ソースドライバ)、3 6 …Yドライバ(ゲートドライバ)、
4 1 …階調調整部、4 2 …擬似階調拡張部、4 3 …第1オフセットテーブル、
4 4 …第3オフセットテーブル、5 1 …Rオフセットテーブル、5 2 …Gオフセットテーブル、
5 3 …Bオフセットテーブル、5 5 …R階調調整部、5 6 …G階調調整部、5 7 …B階調調整部

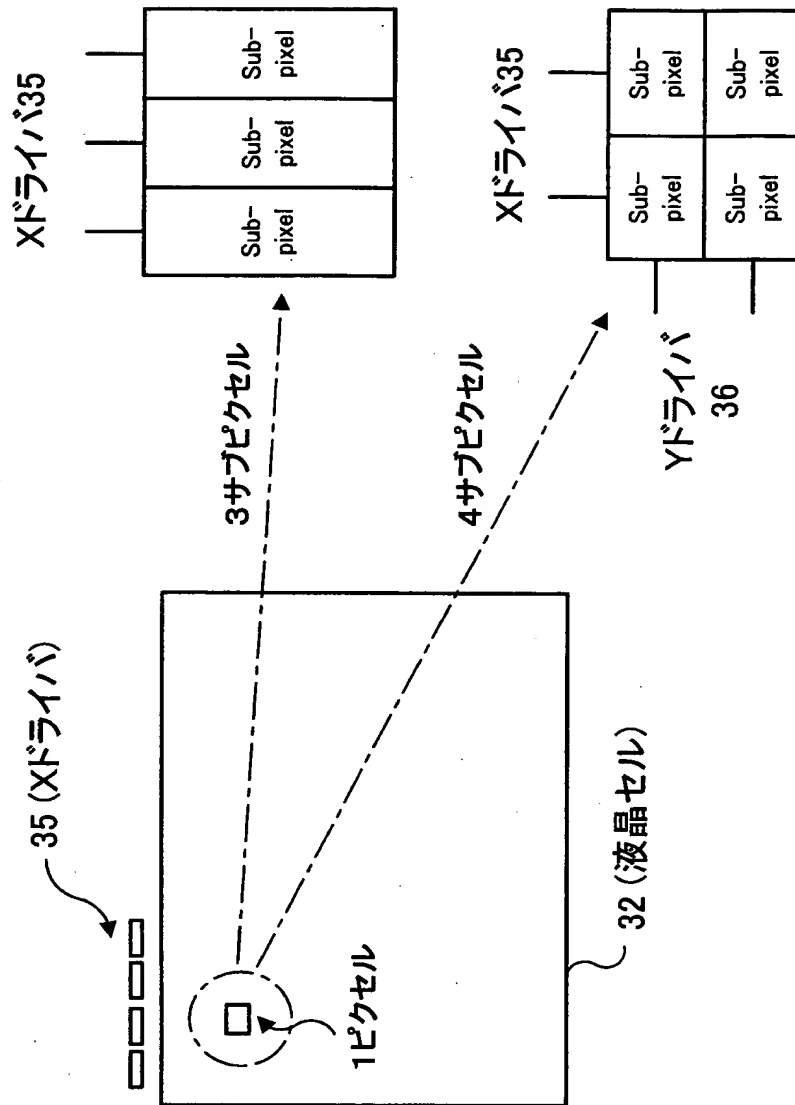
【書類名】

図面

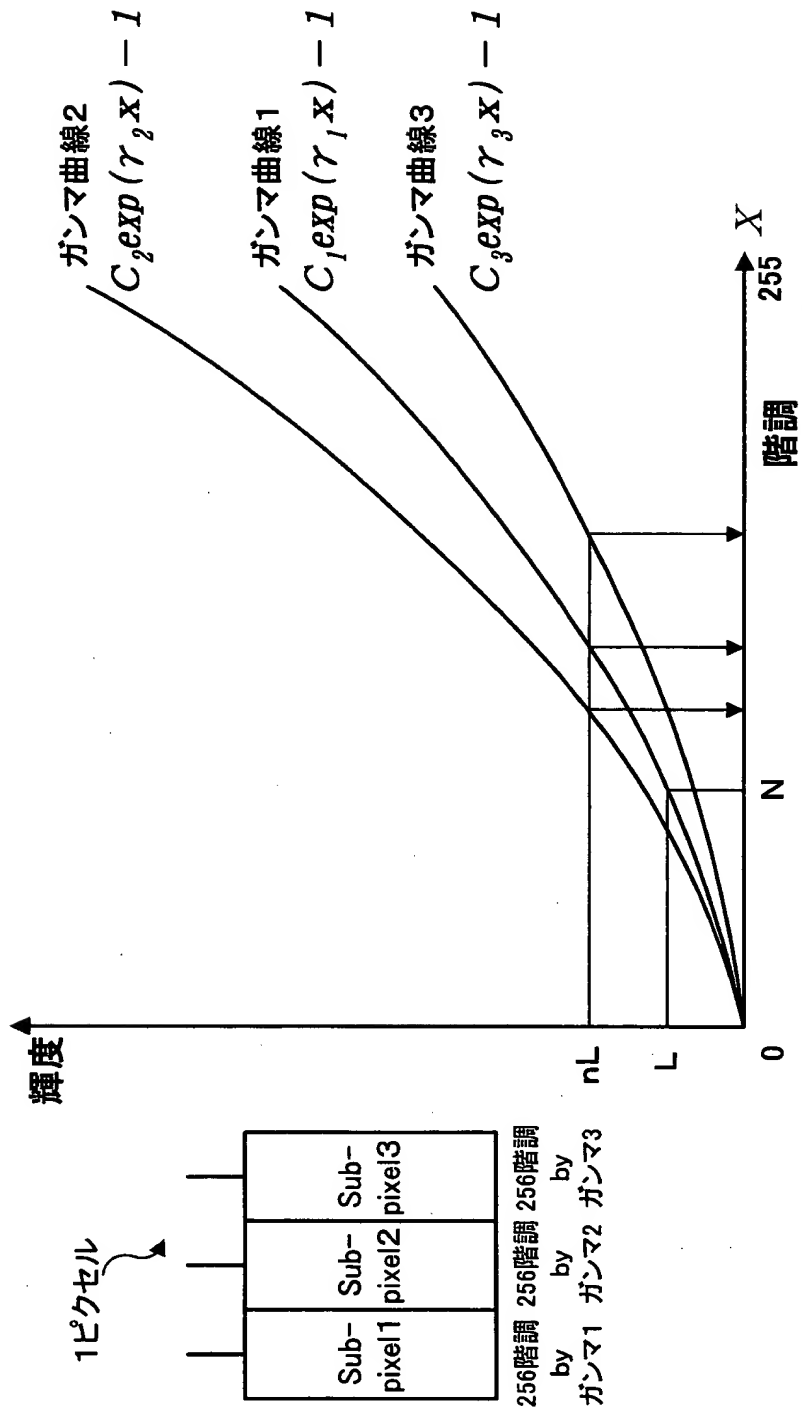
【図 1】



【図 3】



【図 4】

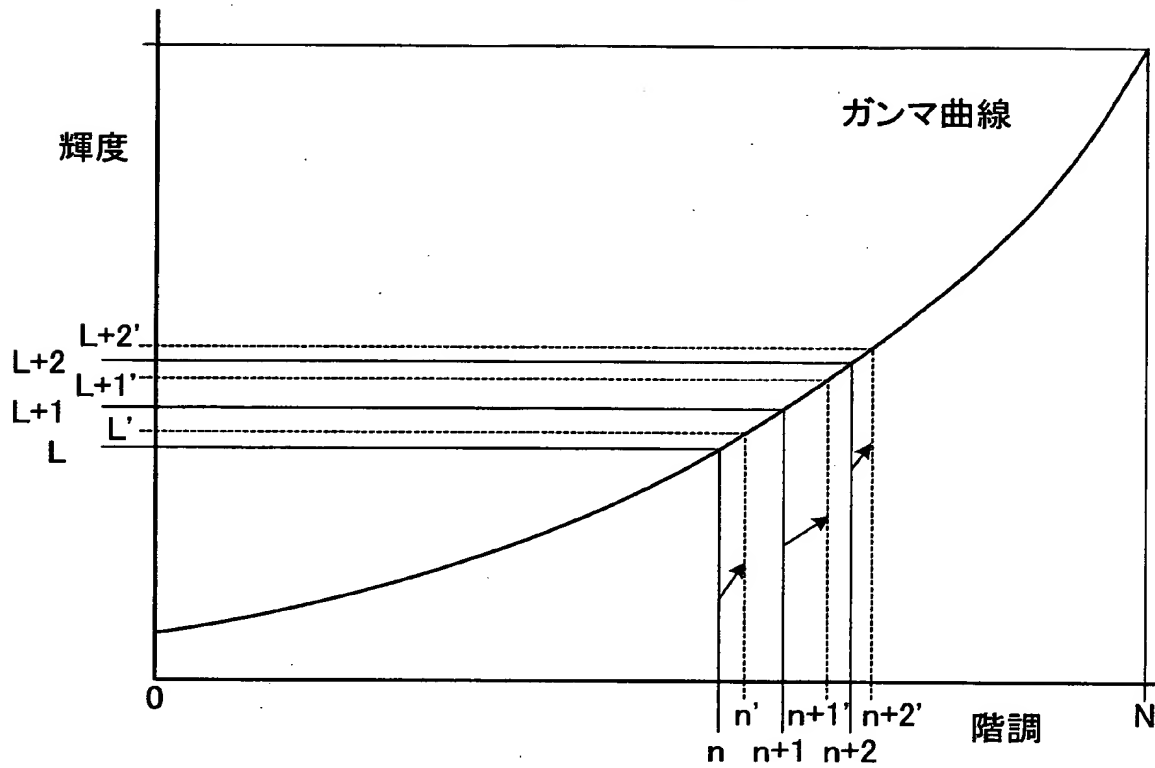


$$n(C_1 \exp(\gamma_1 N) - 1) = C_k \exp(\gamma_k x) - 1 \quad \dots\dots ①$$

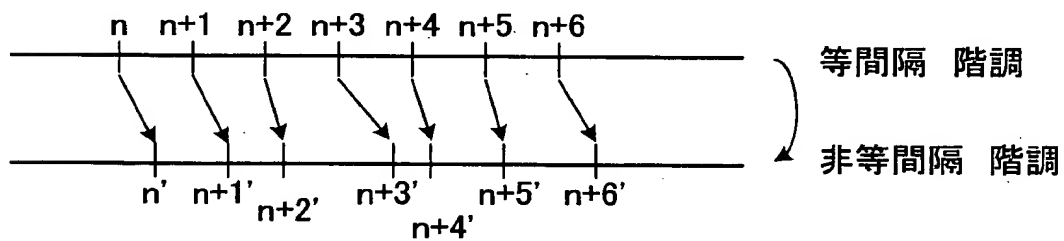
$$x = \frac{1}{\gamma_k} \ln \left(\frac{n C_1 \exp(\gamma_1 N) - (n - 1)}{C_k} \right) \quad \dots\dots ②$$

【図 5】

(a) 階調間隔の変換によるガンマ特性調整



(b) 階調間隔の変換



【図 6】

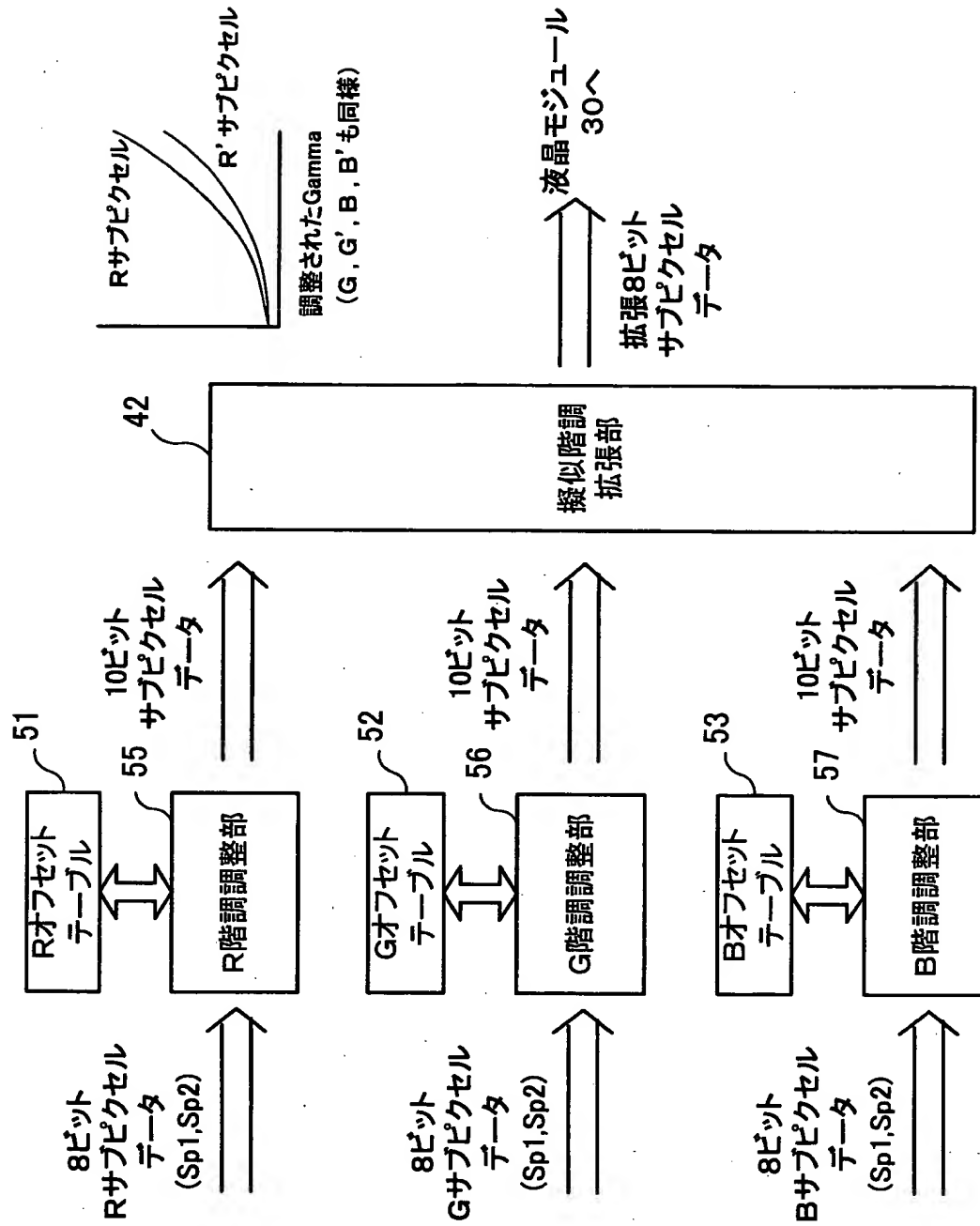
44 (第3オフセットテーブル)

階調	オフセット量
255	-4. x x
223	-4. x x
191	-5. x x
159	-3. x x
127	-3. x x
⋮	⋮
⋮	⋮
32	-1. x x
0	0

43 (第1オフセットテーブル)

階調	オフセット量
255	-2. x x
223	-2. x x
191	-3. x x
159	-2. x x
127	-2. x x
⋮	⋮
⋮	⋮
32	-1. x x
0	0

【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 L C D 表面にフィルタ等の光学的処理を施すことなく、また、現行の L C D における X ドライバのビット数を増やすことなく、L C D ディスプレイにおいて表現できる階調数を増大させる。

【解決手段】 1 画素を複数のサブピクセルにて表現した画像データを入力し、所定のビット数で駆動される L C D ドライバを介して液晶セルに画像を表示する液晶表示装置であって、L C D ドライバのビット数によって等間隔に並べられるガンマ特性の階調座標を、非等間隔の階調座標に変換するためのオフセット量に関する情報が格納されたメモリ 2 2 と、格納されたオフセット量に関する情報に基づいて、入力された特定のサブピクセルのデータに対して演算を施す階調調整部 4 1 と、演算されたサブピクセルのデータに対し、擬似階調拡張を施す擬似階調拡張部 4 2 とを備える。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [390009531]

1. 変更年月日 1990年10月24日
[変更理由] 新規登録
住 所 アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州 アーモンク (番地なし)
氏 名 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレイション

2. 変更年月日 2000年 5月16日
[変更理由] 名称変更
住 所 アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州 アーモンク (番地なし)
氏 名 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション